

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-107972

(43)Date of publication of application : 17.04.2001

(51)Int.Cl.

F16C 33/20  
F16C 17/10  
// B29C 70/06

(21)Application number : 11-291034

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 13.10.1999

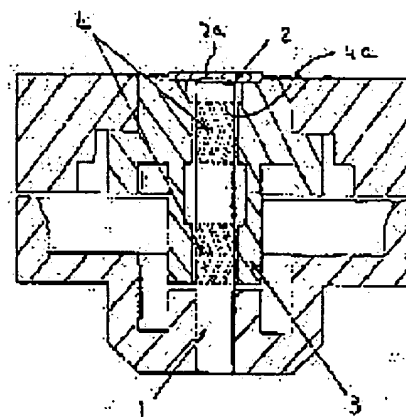
(72)Inventor : IWAMOTO TAKAYUKI

## (54) DYNAMIC PRESSURE BEARING

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dynamic pressure bearing excellent in sliding characteristics, capable of eliminating static electricity generated in sliding, and capable of providing high reliability and long life.

SOLUTION: This dynamic pressure bearing is constituted of a resin composite having fillers of 30 to 70 vol.% of conductive fillers of 10 to 60 vol.% and fibrous fillers of 10 to 60 vol.% or less contained in a thermosetting resin, and having the volume resistivity of  $10^6 \Omega\text{cm}$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.09.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The hydrodynamic bearing which does a total of 30 to 70 volume % content of the electric conduction filler of 10 - 60 volume %, and the fibrous filler below 60 volume % into thermosetting resin, and is characterized by a volume resistivity consisting of resin complex of 10<sup>6</sup> or less ohm-cm.

[Claim 2] The hydrodynamic bearing according to claim 1 which carries out the description of an aspect ratio being 80 or less by the above-mentioned fibrous filler consisting of at least one sort of ceramic fiber, a carbon fiber, a metal fiber, a glass fiber, and organic fiber.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the hydrodynamic bearing used for support of shafts, such as an electric motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The bearing of the spindle motor used for conventional FDD equipment etc. had taken the structure which accumulated the ball bearing and the oilless bearing. However, in the conventional bearing, various troubles have occurred with thin-shape-izing of a product, and high-performance-izing.

[0003] For example, to achieve thin shape-ization of spindle motors, such as FDD equipment, it is necessary to shorten bearing but, and an axial deflection becomes large as it shortens. Thereby, the eccentricity of media became large and the trouble that the writing of data and the dependability of read-out fell remarkably occurred.

[0004] In order to solve such a problem, the hydrodynamic bearing in which the spiral slot which produces the dynamic pressure effectiveness was formed was developed. According to the pumping operation which a spiral slot gives to a lubrication fluid, this acquires the rise of the oil pressure accompanying rotation of a spindle motor, surfaces a shaft, forms liquid film, and rotates by non-contact. Furthermore, eccentricity can be remarkably stopped by giving the centering effectiveness by oil pressure.

[0005] There are an oil lubricated type and a dynamic pressure Ayr style in such hydrodynamic bearing equipment. An oil lubricated type makes elated an inside low-speed low load field, and a dynamic pressure Ayr style makes a high-speed low load field elated. It consists of the radial bearing section which formed the slot in either the shaft periphery or the sleeve inside, and gave the rigidity of a radial direction as a configuration of hydrodynamic bearing equipment, and a spiral slot and the thrust bearing section which gave thrust rigidity according to the pumping operation by accessory movement of lubrication fluids, such as oil and a gas.

[0006] Among these, since a shaft outer diameter and a sleeve bore are almost equal and the radial force to a radial direction also has them, it is sufficient for a blemish just with contact, and the radial direction in a length mold motor does not almost have that a field exfoliates. [ almost small ] On the other hand, the thrust direction has important effect to endurance, in order that all thrust force, such as a self-weight of the rotation section and a suction force of a magnet and a stator, will be applied to the contact parts of thrust bearing and a shaft edge and may carry out contact rotation at the time of a start stop and low-speed rotation. The dependability is greatly influenced by the sliding property of each part material which constitutes hydrodynamic bearing equipment especially from a dynamic pressure Ayr style in which lubricant does not exist.

[0007] Conventionally, the shaft and thrust bearing which constitute this bearing equipment constituted either from a ceramic in both, using a metal (refer to JP,63-163016,A and JP,2-93115,A). Moreover, constituting thrust bearing from PPS resin for lightweight-izing and a productivity drive is also proposed

(refer to JP,4-78313,A and JP,9-105409,A).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the contact part consisted of metals in the case of the bearing equipment which uses a metal for both a shaft and thrust bearing, wear arises by contact of metals, and the generated wear powder enters into a bearing clearance, it gnaws, there are problems, such as producing printing, and it had the problem in respect of dependability in long-term use.

[0009] In the thing of a shaft or thrust bearing which constituted either from ceramics at least, although endurance was able to be raised, since these ceramics was insulating materials, the noise occurred under the effect of static electricity generated at the time of sliding, and, generally, it had the fatal fault which causes malfunction in OA equipment, such as FDD and VTR equipment, especially.

[0010] On the other hand, it is thermoplastics which was constituted from PPS resin as thrust bearing, and it had the trouble that the life of the equipment which it fixed to the partner material of sliding, and faults, such as a torque rise and rated voltage over, occurred while in use by this, consequently used this slide member became short.

[0011] This invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and it aims at offering reduction or the hydrodynamic bearing which can make small wear of the bearing itself and the phase hand part material which contacts even if it carries out long duration use at the time of contact rotation while missing for static electricity generated at the time of sliding.

[0012]

[Means for Solving the Problem] This invention does a total of 30 to 70 volume % content of the electric conduction filler of 10 - 60 volume %, and the fibrous filler below 60 volume % into thermosetting resin, and is characterized by the hydrodynamic bearing which a volume resistivity becomes from the resin complex of 10<sup>6</sup> or less ohm-cm.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is made into an example, and the hydrodynamic bearing equipment of the spindle motor for VTR is explained.

[0014] Although the hydrodynamic bearing equipment shown in drawing 1 consists of a shaft 1, dynamic pressure thrust bearing 2, and sleeve 3, and slot 4a of a herringbone configuration is formed in the front face of the shaft 1 equivalent to the inner circumference of this sleeve 3 and it has become the dynamic pressure radial bearing 4, the above-mentioned slot a may be formed in the inner skin of a sleeve 3.

[0015] Although the tip of a shaft 1 touches the dynamic pressure thrust bearing 2, at the time of rotation, it will rise to surface according to a dynamic pressure operation of slot 2a of the shape of a spiral formed in the dynamic pressure thrust bearing 2, and, moreover, a radial direction will also be rotated by non-contact according to a dynamic pressure operation of slot 4a of radial bearing 4. However, the full load of body of revolution will join the tip and thrust bearing 2 of a shaft 1 as a load, and will slide at the time of a start stop and low-speed rotation.

[0016] and the above-mentioned dynamic pressure thrust bearing 2 -- the inside of thermosetting resin -- the conductor of 10 - 60 volume % -- volume [ a total of 30 to 70 ] % including a filler and 60% or less of fibrous filler, the volume resistivity is formed with the resin complex of 10<sup>6</sup> or less ohm-cm, and the shaft 1 is formed with metals, such as stainless steel.

[0017] This bearing equipment is engine-speed 3000rpm extent, when using for the spindle motor of VTR, and it serves as 20000rpm extent with a high speed very much in the spindle motor of a laser beam printer (LBP). Although a shaft 1 and the dynamic pressure thrust bearing 2 are intense at this time where a load is added at the time of a start stop, and it will slide Since the dynamic pressure thrust bearing 2 consists of resin complex excellent in abrasion resistance and sliding nature, while also being able to use the abrasion loss of each part material good over a long period of time few Since volume resistivity is made into below 10<sup>6</sup>ohm and cm, the resin complex which accomplishes the dynamic pressure thrust bearing 2 has the high effectiveness which misses static electricity, and there is no possibility of having a bad influence on electronic equipment, such as VTR.

[0018] Moreover, when firmness will fall and dimensional accuracy will no longer be acquired, if both total content becomes under 30 volume %, and it increased more than 70 volume % conversely, the total content of an electric conduction filler and a fibrous filler was made into 30 to 70 volume %, because the viscosity of shaping resin went up, the imprint nature of metal mold got worse and a desired Plastic solid was no longer acquired.

[0019] Furthermore, it is because conductivity will not be given to resin complex and volume resistivity cannot perform having made the content of the above-mentioned electric conduction filler into ten to 60 volume % with 106 or less ohm-cm, if the content of an electric conduction filler becomes under 10 volume %, and when the content of an electric conduction filler increases more than 60 volume % conversely, it is because the viscosity of a shaping resin raw material goes up, the imprint nature of metal mold gets worse and a desired Plastic solid is no longer acquired.

[0020] Moreover, the volume resistivity would be made into 106 or less ohm-cm because the effectiveness which misses static electricity became low, and if higher than 106 ohm-cm, it will make 104 or less ohm-cm preferably 10 to 1 or less ohm-cm still more preferably.

[0021] As thermosetting resin which constitutes such a resin composite material, resin, such as an epoxy resin, phenol resin, melamine resin, a urea resin, an unsaturated polyester resin, polyimide resin, furan resin, and a polybutadiene resin, can be used, and phenol resin is suitable from points, such as thermal resistance, dimensional stability, and oilproof, also in these.

[0022] With an electric conduction filler, Cu, Fe, aluminum, Pb, Ti, Sn, nickel, Mo, Ag, Pt, Ta, Nb, ZnO, SnO<sub>2</sub>, 2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO or the powder of the alloy, fiber, and a foil are used by the metal and the nonmetal system here. By the carbon system, conductivity, thermal resistance, dimensional stability, etc. can be raised by being able to use oil furnace black, channel black, lamp black, thermal black, acetylene black, a natural graphite, an artificial graphite, PAN system carbon fiber, pitch system carbon fiber, etc., and adding these in thermosetting resin.

[0023] Next, it is characterized by this invention raising sliding nature by containing a fibrous filler below 60 volume %, and making it the 80 or less aspect ratio.

[0024] With a fibrous filler, ceramic fiber, a carbon fiber, a metal fiber, a glass fiber, and organic fiber can be used, and abrasion resistance and reinforcement can be raised by adding these in thermosetting resin here. In addition, what covered electric conduction material to the fibrous filler may be used.

[0025] furthermore -- if, as for having made the fibrous filler into 60 volume %, the content of a fibrous filler exceeds 60% or more -- a conductor -- it is because the total content of a filler and a fibrous filler becomes larger than 70%, the viscosity of shaping resin goes up, the imprint nature of metal mold gets worse and a desired Plastic solid is no longer acquired.

[0026] In addition, a fibrous filler may not be added when the existing fibrous filler, for example, a carbon fiber, a conductive metal fiber, and conductive ceramic fiber are used as an electric conduction filler. In this case, although 60 volume % may be exceeded since a carbon fiber, a metal fiber, and ceramic fiber correspond to both an electric conduction filler and a fibrous filler, in a total content, it must carry out to below 70 volume %.

[0027] Moreover, since the dispersibility at the time of resin and mixing is bad when it becomes larger than 80, having considered as 80 or less aspect ratio of a fibrous filler can do the \*\*\*\* part of a fibrous filler, and a dense part in the interior and the surface section of resin complex, and it cannot raise the abrasion resistance and reinforcement which having blended the fibrous filler depends. However, if an aspect ratio becomes smaller than 2, since the \*\*\*\* effectiveness by having blended fiber will no longer be acquired, it is good 2-80, and to set the aspect ratio of a fibrous filler to 2-60 preferably.

[0028] In addition, although the aspect ratio of a fibrous filler is the value which \*\* (ed) the dimension of right and left and the upper and lower sides with the diameter of fiber approximately Since the fibrous filler exists in the random direction among resin complex when measuring from a hydrodynamic bearing, In this invention, when you compute the aspect ratio of a fibrous filler, let the value which \*\* (ed) the die length of the fibrous filler which expanded five places of the front face of the arbitration of a hydrodynamic bearing, or a cross section with the metaloscope or the electron microscope (SEM), and analyzed them with image-analysis equipment for convenience with the known diameter of fiber be an

aspect ratio.

[0029] Moreover, since there is a possibility that the dispersibility at the time of mixing may worsen depending on the surface state and configuration of an electric conduction filler or a fibrous filler, when such, dispersibility can be raised by covering a coupling agent on the surface of a filler.

[0030] Furthermore, other than the thermosetting resin and the electric conduction filler which constitute resin complex, and a fibrous filler, as reinforcing materials, even if it blends suitably clay, talc, a mica, a kaolin, silica sand, a calcium carbonate, an alumina, a silica, graphite, etc., it does not interfere at all. Moreover, it is also possible to, add well-known additives, such as a well-known curing agent, a hardening assistant, an unguent, a plasticizer, a dispersant, a coloring agent, and a \*\* form agent, in addition to this, if needed, if it is extent which is satisfactory practically.

[0031] Although hot forming is suitable as the shaping approach of the above-mentioned resin complex at the reasons of there being little loss of an ingredient, it is possible by other fabricating methods, such as injection molding.

[0032] In addition, static electricity can be made easy to miss by using metal material, such as stainless steel, about a shaft 1.

[0033] Moreover, although the above-mentioned operation gestalt showed the example which formed the dynamic pressure thrust bearing 2 with the resin composite material which has conductivity, the hydrodynamic bearing of this invention is not limited to a thrust side. For example, the sleeve 3 which accomplishes the dynamic pressure radial bearing 4 in drawing 1 can be formed with the same resin composite material as the above, and slot 4a for dynamic pressure generating can also be formed in the inner skin.

[0034] Furthermore, although the above-mentioned example is a spindle motor for VTR, in addition to this, the hydrodynamic bearing of this invention is also applicable to the motors the object for LBP, for FDD, etc. Moreover, it is applicable not only to a motor but a pump, various processing machines, or the other components for industrial machines.

[0035]

[Example] Here, in order to investigate the abrasion resistance of resin complex and sliding nature which constitute a hydrodynamic bearing as an example of this invention, the trial using the wear friction test of a ball-on disk mold was performed.

(Example 1) In this experiment, after having mixed, having supplied to weighing capacity and the metal mold which heated this compound subsequently to 150-190 degrees C, respectively so that it might become the loadings which show phenol resin, Cu powder, and a carbon fiber in Table 1, and carrying out compression molding by the pressure of 150 - 500 kgf/cm<sup>2</sup>, the \*\* form of the Plastic solid was carried out from metal mold, and the test piece was produced.

[0036] The test piece (diameter: about 20mm) which formed each sample in this disk, using SUS304 as the disk quality of the material where a disk is rotated at the rate of 5 m/sec in the condition under dry type non-lubrication, and was formed in the shape of a ball by the 1kg load was pressed, and the test piece after making it slide for 15 minutes, and the abrasion loss of a disk were measured. The count approach of abrasion loss is the value which \*\* (ed) the wear volume of a disk and a ball in a load and rotation distance. Moreover, volume resistivity was measured about each quality of the material. In addition, measurement of a volume resistivity is JIS. K It carried out by the approach of 6911. A result is as being shown in Table 1.

[0037]

[Table 1]

		本発明範囲外				本発明			
	サンプルNo.	1	2	3	4	5	6	7	8
配	フェノール樹脂 (体積%)	50	76	80	20	50	40	60	60
合	Cu粉 (体積%)	0	4	0	0	0	0	0	20
比	炭素繊維 (体積%)	50	20	20	80	50	60	40	20
炭素繊維平均径 ( $\mu\text{m}$ )		7	7	7	7	7	7	7	7
アスペクト比		100	52	52	52	52	52	28	28
体積抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )		$10^4$	$10^{11}$	—	—	$10^4$	$10^3$	10	$10^4$
ディスク摩耗量 ( $10^3 \text{mm}^3/\text{kg}/\text{km}$ )		—	—	—	—	0	0	0	0
ボール摩耗量 ( $10^3 \text{mm}^3/\text{kg}/\text{km}$ )		—	—	—	—	2	3	4	5
分散性		×	×	×	×	○	○	○	○
成形性		○	○	○	×	○	○	○	○
熱間プレス後の保形性		○	○	×	×	○	○	○	○

[0038] As a result, since the aspect ratio of a carbon fiber was larger than 80, the dispersibility of resin is bad and much HIKE occurred after hot pressing, sample No.1 could not form a test piece in the shape of a ball, and it was not able to perform an antifriction trial. However, since the total content of a filler is contained in 30 - 70 volume % about sample NO.1, volume resistivity is within the limits below 106ohm and m.

[0039] Moreover, since sample No.3 had few all filler contents than 30 volume %, the dispersibility to resin and shape retaining property after hot pressing (dimensional accuracy) could be bad, and could not form a test piece in the shape of a ball, and they were not able to perform an antifriction trial.

[0040] Moreover, since all filler contents increased more than 70 volume %, the viscosity of resin went up, and sample No.4 could be bad in all the fields of the firmness after dispersibility, a moldability, and hot pressing, they could not form a test piece in the shape of a ball, and were not able to perform an antifriction trial.

[0041] On the other hand, since an electric conduction filler has in ten to 60 volume % and sample No.5-8 have a fibrous filler in within the limits below 60 volume %, a volume resistivity is 106 or less ohm-m.

[0042] Moreover, since the aspect ratio of a carbon fiber was 80 or less, a carbon fiber and resin could be distributed to homogeneity and restoration variation to metal mold was also able to be lessened. For the reason, the firmness after hot pressing was also high and was able to form the test piece in the shape of a ball.

[0043] Then, when the antifriction trial of a test piece was performed, wear of a disk was not seen, but with less than [ $5 \times 10^{-3} \text{mm}^3/\text{kg}/\text{km}$ ], there was also little wear of a test piece and it had the outstanding abrasion resistance.

(Example 2) Next, after having mixed, having supplied to weighing capacity and the metal mold which heated this compound subsequently to 150-190 degrees C, respectively so that it might become the loadings which show phenol resin, Cu powder, and a glass fiber in Table 2, and carrying out compression molding by the pressure of 150 - 500 kgf/cm<sup>2</sup>, the \*\* form of the Plastic solid was carried out from metal mold, the test piece was produced, and the same conditions as an example 1 estimated.



[0044]

[Table 2]

		本発明範囲外			本発明		
	サンプルNo.	9	10	11	12	13	14
配	フェノール樹脂 (体積%)	25	50	80	60	50	40
合	Cu粉 (体積%)	0	0	10	10	15	20
比	ガラス繊維 (体積%)	75	50	10	30	35	40
アスペクト比		108	150	52	52	52	28
体積抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )		$10^2$	$10^2$	$10^4$	$10^1$	$10^1$	$10^1$
ディスク摩耗量 ( $10^3 \text{mm}^3/\text{kg/km}$ )		134	104	—	0	0	0
ボール摩耗量 ( $10^3 \text{mm}^3/\text{kg/km}$ )		3	4	—	7	5	4
分散性		×	×	×	○	○	○
成形性		○	○	○	○	○	○
熱間プレス後の保形性		○	○	×	○	○	○

[0045] consequently, sample No. -- since the loadings of a glass fiber were as high as more than 50 volume %, those with 106 or more ohm-cm, and since the aspect ratio of a glass fiber was still larger than 80, the dispersibility of the volume resistivity to resin was bad [ 9 and 10 ], and the bias of a glass fiber was looked at by the sample after hot pressing. However, since the glass fiber was used as a fibrous filler, the firmness after heat treatment was good.

[0046] then, sample No. -- although it was less than [  $4 \times 10^{-3} \text{mm}^3/\text{kg/km}$  ] when 9 or 10 antifriction trials were performed, it turned out that a disk is greatly worn out and phase hand part material is worn greatly.

[0047] Moreover, since sample No.11 10 volume % Contained Cu powder, the volume resistivity became 106 or less ohm-cm, but since there were more loadings of phenol resin than 70 volume %, firmness after hot pressing could be bad, could not form a test piece in the shape of a ball, and was not able to perform an antifriction trial.

[0048] On the other hand, since an electric conduction filler has in ten to 60 volume % and No.12-14 have a fibrous filler in within the limits below 60 volume %, volume resistivities are below 106ohm and m.

[0049] Moreover, since the aspect ratio of a glass fiber was 80 or less, a glass fiber and resin could be distributed to homogeneity and restoration variation to metal mold was also able to be lessened. For the reason, the firmness after hot pressing was also high and was able to form the test piece in the shape of a ball.

[0050] Then, it is [0051] in which wear of a disk was not seen but it had the abrasion resistance which also had little wear of a test piece as less than [  $7 \times 10^{-3} \text{mm}^3/\text{kg/km}$  ], and was excellent when the antifriction trial of a test piece was performed.

[Effect of the Invention] Thus, according to this invention, when a total of 30 to 70 volume % content of the electric conduction filler of 10 - 60 volume % and the fibrous filler below 60 volume % was done and the volume resistivity constituted bearing from resin complex of 106 or less ohm-cm in

thermosetting resin, while excelling in a sliding property, static electricity generated at the time of sliding can be discharged, and, thereby, dependability and reinforcement high about bearing equipment and the device using this can be brought about.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-107972  
(P2001-107972A)

(43) 公開日 平成13年4月17日 (2001.4.17)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース (参考)
F 1 6 C 33/20		F 1 6 C 33/20	A 3 J 0 1 1
17/10		17/10	A 4 F 2 0 5
// B 2 9 C 70/06		B 2 9 C 67/14	W

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-291034

(22) 出願日 平成11年10月13日 (1999. 10. 13)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町 6 番地

(72) 発明者 岩本 隆幸

鹿児島県川内市高城町1810番地 京セラ株式会社鹿児島川内工場内

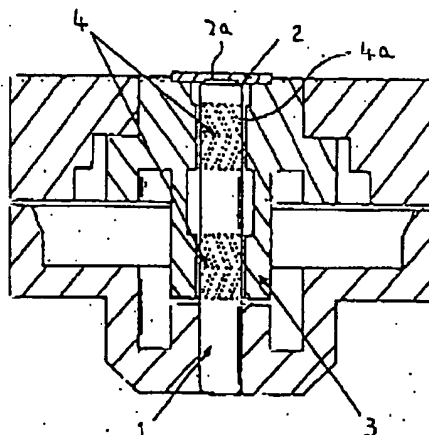
Fターム (参考) 3J011 AA20 BA04 CA02 SA02 SA04  
SA05 SA06 SA08 SC01  
4F205 AA36 AB13 AB25 AD03 AD04  
AD05 AD16 AE03 AH14 HA08  
HA12 HA33 HA35 HB01 HC12  
HC16 HC17 HC18 HK31

(54) 【発明の名称】 動圧軸受

(57) 【要約】

【課題】 摺動特性に優れるとともに摺動時に発生する静電気を除電でき、これにより高い信頼性と長寿命化をもたらす動圧軸受を得る。

【解決手段】 熱硬化性樹脂中に、10～60体積%の導電フィラーと60体積%以下の繊維状フィラーとを合計30～70体積%含有して、体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の樹脂複合体で動圧軸受を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】熱硬化性樹脂中に、10～60体積%の導電フィラーと60体積%以下の繊維状フィラーとを合計30～70体積%含有し、体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の樹脂複合体からなることを特徴とする動圧軸受。

【請求項2】上記繊維状フィラーがセラミック繊維、炭素繊維、金属繊維、ガラス繊維及び有機繊維の少なくとも1種からなり、アスペクト比が80以下であることを特徴する請求項1記載の動圧軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気モータ等のシャフトの支持に用いられる動圧軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のFDD装置等に用いるスピンドルモータの軸受は、玉軸受と含油軸受を積み重ねた構造をとっていた。しかしながら、従来の軸受では、製品の薄型化、高性能化に伴い、種々の問題点が発生してきた。

【0003】例えば、FDD装置等のスピンドルモータの薄型化をはかる場合は軸受を短くする必要があるが、短くするにつれ軸振れが大きくなってくる。これにより、メディアの偏心が大きくなり、データの書き込み、読み出しの信頼性が著しく低下する問題点が発生した。

【0004】このような問題を解決するため、動圧効果を生み出すスパイラル溝を形成した動圧軸受が開発された。これは、スパイラル溝が潤滑流体に与えるポンピング作用により、スピンドルモータの回転に伴う油圧の上昇を得てシャフトを浮上させ、流体膜を形成して非接触で回転するものである。更には油圧によるセンタリング効果を与えることにより偏心を著しく抑えられるものである。

【0005】このような動圧軸受装置には、油潤滑式と動圧エア式がある。油潤滑式は中低速低荷重領域を得意とし、動圧エア式は高速低荷重領域を得意とする。動圧軸受装置の構成としては、シャフト外周またはスリーブ内面のいずれか一方に溝を形成してラジアル方向の剛性を持たせたラジアル軸受部と、スパイラル溝とオイル、気体等の潤滑流体の共動によるポンピング作用によってスラスト剛性を持たせたスラスト軸受部とからなる。

【0006】このうちタテ型モータでのラジアル方向はシャフト外径とスリーブ内径が殆ど等しく、またラジアル方向へのラジアル力も殆ど小さい為に、接触により傷がついたり、面が剥離することは殆どない。一方、スラスト方向は回転部の自重、マグネットとステータの吸引力等のスラスト力が全てスラスト軸受とシャフト端の接触部分にかかることになり、スタート・ストップ、低速回転時に接触回転するため耐久性に対して重要な影響を持つ。特に、潤滑剤の存在しない動圧エア式では動圧軸受装置を構成する各部材の摺動特性によりその信頼性

が大きく左右される。

【0007】従来より、この軸受装置を構成するシャフトとスラスト軸受は、両方に金属を使用するか、いずれか一方をセラミックで構成していた（特開昭63-163016号、特開平2-93115号公報参照）。また軽量化および生産性向上のためにスラスト軸受をPPS樹脂で構成することも提案されている（特開平4-78313号、特開平9-105409号公報参照）。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、シャフトとスラスト軸受の両方に金属を使用する軸受装置の場合、金属同士で接触部分が構成されるので、金属同士の接触により摩耗が生じたり、また発生した摩耗粉が軸受隙間に入り込んだりしてかじり焼き付きを生じる等の問題があり、長期の使用において信頼性の面で問題を有していた。

【0009】シャフトもしくはスラスト軸受の少なくともいずれか一方をセラミックスで構成したもので、耐久性を向上させることができたが、一般的にこれらのセラミックスは絶縁材料であるため、摺動時発生する静電気の影響でノイズが発生し、特にFDD、VTR装置等のOA機器において誤動作の原因になる致命的欠点を有していた。

【0010】一方、スラスト軸受としてPPS樹脂で構成したものは、熱可塑性樹脂であることで、摺動の相手材へ固着し、これにより、使用中にトルクアップや定格電圧オーバーといった不具合が発生し、その結果、この摺動部材を使用した装置の寿命が短くなるという問題点があった。

【0011】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、摺動時に発生する静電気を減少もしくは逃がすとともに、接触回転時に長時間使用しても軸受自身、及び接触する相手部材の摩耗を小さくできる動圧軸受を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は熱硬化性樹脂中に、10～60体積%の導電フィラーと60体積%以下の繊維状フィラーとを合計30～70体積%含有して、体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の樹脂複合体からなる動圧軸受を特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態をVTR用スピンドルモータの動圧軸受装置を例にして説明する。

【0014】図1に示す動圧軸受装置はシャフト1、動圧スラスト軸受2及びスリーブ3からなり、該スリーブ3の内周に相当するシャフト1の表面にはヘリングボン形状の溝4aが形成されて動圧ラジアル軸受4となっているが、上記溝aはスリーブ3の内周面に形成しても良い。

【0015】またシャフト1の先端は動圧スラスト軸受2と接触しているが、回転時には動圧スラスト軸受2に形成されたスパイラル状の溝2aの動圧作用によって浮上し、しかもラジアル軸受4の溝4aの動圧作用によりラジアル方向も非接触で回転することになる。ただし、スタート・ストップ時や低速回転時には、回転体の全荷重がシャフト1の先端とスラスト軸受2に負荷として加わり、摺動することになる。

【0016】そして、上記動圧スラスト軸受2は、熱硬化性樹脂中に10～60体積%の導電フィラーと60%以下の繊維状フィラーを合計30～70体積%含み、かつ体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の樹脂複合体で形成しており、シャフト1はステンレス等の金属で形成してある。

【0017】この軸受装置は、VTRのスピンドルモータに用いる場合は回転数3000rpm程度であり、レーザービームプリンター(LBP)のスピンドルモータでは2000rpm程度と非常に高速となる。このとき、シャフト1と動圧スラスト軸受2は、スタート・ストップ時に負荷の加わった状態で激しく摺動することになるが、動圧スラスト軸受2が耐摩耗性、摺動性に優れた樹脂複合体からなるため、各部材の摩耗量も少なく長期間にわたって良好に使用することができるとともに、動圧スラスト軸受2を成す樹脂複合体は、体積固有抵抗が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としてあるため静電気を逃がす効果が高く、VTR等の電子機器に悪影響を及ぼす恐れはない。

【0018】また、導電フィラーと繊維状フィラーの全含有量を30～70体積%としたのは、両者の全含有量が30体積%未満になると、保形性が低下し、寸法精度が得られなくなり、逆に70体積%より多くなると、成形樹脂の粘性が上昇し、金型の転写性が悪化し所望の成形体を得られなくなるためである。

【0019】さらに、上記導電フィラーの含有量を10～60体積%としたのは、導電フィラーの含有量が10体積%未満になると、樹脂複合体に導電性が付与されず、体積固有抵抗が $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とできないからであり、逆に導電フィラーの含有率が60体積%より多くなると、成形樹脂原料の粘性が上昇し、金型の転写性が悪化し所望の成形体を得られなくなるためである。

【0020】また、体積抵抗率を $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下としたのは、 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ よりも高いと静電気を逃がす効果が低くなるためであり、好ましくは $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、さらに好ましくは $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とする。

【0021】このような樹脂複合材料を構成する熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、フラン樹脂、ポリブタジエン樹脂等の樹脂を使用することができ、これらの中でも耐熱性、寸法安定性、耐油性等の点からフェノール樹脂が好適である。

【0022】ここで導電フィラーとは、金属・非金属系では、Cu、Fe、Al、Pb、Ti、Sn、Ni、Mo、Ag、Pt、Ta、Nb、ZnO、SnO<sub>2</sub>、2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO又はその合金の粉末、繊維、箔を使用する。カーボン系では、オイルファーネスブラック、チャンネルブラック、ランプブラック、サーマルブラック、アセチレンブラック、天然黒鉛、人造黒鉛、PAN系カーボン繊維、ビッチ系カーボン繊維等を使用することができこれらを熱硬化性樹脂中に添加することにより、導電性、耐熱性、寸法安定性等を高めることができる。

【0023】次に本発明は繊維状フィラーを60体積%以下含有し、かつそのアスペクト比80以下にすることによって、摺動性を向上させたことを特徴とする。

【0024】ここで繊維状フィラーとは、セラミック繊維、炭素繊維、金属繊維、ガラス繊維及び有機繊維を使用することができ、これらを熱硬化性樹脂中に添加することにより、耐摩耗性、強度を高めることができる。なお繊維状フィラーに導電材を被覆したものでも構わない。

【0025】さらに、繊維状フィラーを60体積%としたのは、繊維状フィラーの含有量が60%以上を超えると、導電フィラーと繊維状フィラーの全含有量が70%より大きくなり、成形樹脂の粘性が上昇し、金型の転写性が悪化し所望の成形体を得られなくなるためである。

【0026】なお、導電フィラーとして導電性のある繊維状フィラー、例えば炭素繊維、金属繊維及びセラミック繊維を用いた場合、繊維状フィラーは添加しなくても構わない。この場合、炭素繊維、金属繊維及びセラミック繊維は導電フィラーと繊維状フィラーの両方に該当するため、60体積%を超えても構わないが、全含有量では70体積%以下にしなければならない。

【0027】また、繊維状フィラーのアスペクト比80以下としたのは、80より大きくなると、樹脂と混合時における分散性が悪いために、樹脂複合体の内部及び表層部において繊維状フィラーの疎な部分と密な部分ができ、繊維状フィラーを配合したことによる耐摩耗性、強度を高めることができない。ただし、アスペクト比が2より小さくなると、繊維を配合したことによる保強効果が得られなくなるため、繊維状フィラーのアスペクト比は2～80、好ましくは2～60とすることが良い。

【0028】なお、繊維状フィラーのアスペクト比とは、前後、左右、上下の寸法を繊維径で除した値のことであるが、動圧軸受から測定する場合、繊維状フィラーは樹脂複合体中ランダムな方向に存在しているため、本発明では繊維状フィラーのアスペクト比を算出する場合、便宜的に、動圧軸受の任意の表面又は断面の5ヶ所を、金属顕微鏡又は電子顕微鏡(SEM)で拡大して画像解析装置により分析した繊維状フィラーの長さを既知の繊維径で除した値をアスペクト比とする。

【0029】また導電フィラーや繊維状フィラーの表面

状態や形状によっては、混合時の分散性が悪くなる恐れがあるため、このような時にはフィラーの表面にカップリング剤を被覆することで分散性を高めることができる。

【0030】さらに、樹脂複合体を構成する熱硬化性樹脂と導電フィラーと繊維状フィラー以外に補強材として、例えば、クレー、タルク、マイカ、カオリン、珪砂、炭酸カルシウム、アルミナ、シリカ、グラファイト等を適宜配合してもなんら差し支えない。また、必要に応じて、公知の硬化剤、硬化助剤、滑材、可塑剤、分散剤、着色剤、離形剤等その他公知の添加剤を、実用上問題ない程度であれば加えることも可能である。

【0031】上記樹脂複合体の成形方法としては、材料の損失が少ない等の理由で熱間成形が好適であるが、射出成形等の他の成形法でも可能である。

【0032】なお、シャフト1については、ステンレス等の金属材料を用いることにより静電気を逃がしやすくできる。

【0033】また、上記実施形態では動圧スラスト軸受2を導電性を有する樹脂複合材料で形成した例を示したが、本発明の動圧軸受はスラスト側に限定するものではない。例えば、図1における動圧ラジアル軸受4を成すスリーブ3を上記と同様の樹脂複合材料で形成し、その内周面に動圧発生用の溝4aを形成することもできる。

【0034】さらに、上記実施例はVTR用のスピンドルモータであるが、本発明の動圧軸受は、この他にLB

P用、FDD用等のモータに適用することもできる。またモータに限らず、ポンプや各種加工機、あるいはその他の産業機械用部品にも適用できる。

#### 【0035】

【実施例】ここで、本発明の実施例として動圧軸受を構成する樹脂複合体の耐摩耗性及び摺動性を調べるため、ボール・オン・ディスク型の摩耗摩擦試験を用いた試験を行った。

(実施例1) 本実験では、フェノール樹脂とCu粉と炭素繊維を表1に示す配合量となるようにそれぞれ秤量、混合し、次いで、この配合物を150～190℃に加熱した金型に投入し、150～500kgf/cm<sup>2</sup>の圧力で圧縮成形をした後、成形体を金型から離形して試験片を作製した。

【0036】各試験片を、乾式無潤滑下の状態で、ディスク材質としてSUS304を用いて、ディスクを5m/secの速度で回転させた状態で、該ディスクに1kgの荷重でボール状に形成した試験片(直径：約20mm)を押圧し、15分間摺動させた後の試験片及びディスクの摩耗量を測定した。摩耗量の計算方法は、ディスクおよびボールの摩耗体積を荷重と回転距離で除した値である。また各材質について体積固有抵抗を測定した。なお体積抵抗率の測定は、JIS K 6911の方法にて行った。結果は表1に示す通りである。

#### 【0037】

【表1】

		本発明範囲外				本発明			
	サンプルNo.	1	2	3	4	5	6	7	8
配合比	フェノール樹脂(体積%)	50	76	80	20	50	40	60	60
	Cu粉(体積%)	0	4	0	0	0	0	0	20
	炭素繊維(体積%)	50	20	20	80	50	60	40	20
炭素繊維平均径(μm)		7	7	7	7	7	7	7	7
アスペクト比		100	52	52	52	52	52	28	28
体積抵抗率(Ω・cm)		10 <sup>4</sup>	10 <sup>11</sup>	—	—	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10	10 <sup>4</sup>
ディスク摩耗量(10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> /kg/km)		—	—	—	—	0	0	0	0
ボール摩耗量(10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> /kg/km)		—	—	—	—	2	3	4	5
分散性		×	×	×	×	○	○	○	○
成形性		○	○	○	×	○	○	○	○
熱間プレス後の保形性		○	○	×	×	○	○	○	○

【0038】この結果サンプルNo. 1は、炭素繊維のアスペクト比が80より大きいために樹脂の分散性が悪

く熱間プレス後にヒケが多数発生したために試験片をボール状に形成することができず、耐摩耗試験を行うこと

ができなかった。ただしサンプルNo. 1については、フィラーの全含有量が30～70体積%に入っているため、体積固有抵抗は $10^6 \Omega \cdot m$ 以下の範囲内である。

【0039】またサンプルNo. 3は、フィラー全含有量が30体積%より少ないために、樹脂への分散性及び熱間プレス後の保形性（寸法精度）が悪く、試料片をボール状に形成することができず、耐摩耗試験を行うことができなかった。

【0040】またサンプルNo. 4は、フィラー全含有量が70体積%より多くなるために、樹脂の粘性が上昇し、分散性・成形性・熱間プレス後の保形性の全ての面において悪く、試料片をボール状に形成することができず、耐摩耗試験を行うことができなかった。

【0041】これに対し、試料No. 5～8は、導電フィラーが10～60体積%、繊維状フィラーが60体積%以下の範囲内にあるため、体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot m$ 以下である。

【0042】また、炭素繊維のアスペクト比が80以下であることから、炭素繊維と樹脂とを均一に分散することができ、金型への充填バラツキも少なくすることができた。その為、熱間プレス後の保形性も高く、試料片をボール状に形成することができた。

【0043】そこで試料片の耐摩耗試験を行ったところ、ディスクの摩耗は見られず、試験片の摩耗も $5 \times 10^{-3} mm^3 / kg / km$ 以下と少なく、優れた耐摩耗性を有していた。

（実施例2）次に、フェノール樹脂とCu粉とガラス繊維を表2に示す配合量となるようにそれぞれ秤量、混合し、次いで、この配合物を150～190℃に加熱した金型に投入し、150～500 kgf/cm<sup>2</sup>の圧力で圧縮成形をした後、成形体を金型から離形して試料片を作製し、実施例1と同様の条件にて評価した。

【0044】

【表2】

		本発明範囲外			本発明		
	サンプルNo.	9	10	11	12	13	14
配	フェノール樹脂（体積%）	25	50	80	60	50	40
合	Cu粉（体積%）	0	0	10	10	15	20
比	ガラス繊維（体積%）	75	50	10	30	35	40
アスペクト比		108	150	52	52	52	28
体積抵抗率（ $\Omega \cdot cm$ ）		$10^2$	$10^2$	$10^4$	$10^1$	$10^1$	$10^2$
ディスク摩耗量（ $10^{-3} mm^3 / kg / km$ ）		134	104	—	0	0	0
ボール摩耗量（ $10^{-3} mm^3 / kg / km$ ）		3	4	—	7	5	4
分散性		×	×	×	○	○	○
成形性		○	○	○	○	○	○
熱間プレス後の保形性		○	○	×	○	○	○

【0045】この結果、サンプルNo. 9、10は、ガラス繊維の配合量が50体積%以上と高いため体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot cm$ 以上あり、さらにガラス繊維のアスペクト比が80より大きいため樹脂への分散性が悪く、熱間プレス後のサンプルにガラス繊維の偏りが見られた。ただし、繊維状フィラーとしてガラス繊維を使用したことから、熱処理後の保形性は良好であった。

【0046】そこで、サンプルNo. 9、10の耐摩耗試験を行ったところ、 $4 \times 10^{-3} mm^3 / kg / km$ 以下であったものの、ディスクが大きく摩耗し、相手部材を大きく摩耗させることがわかった。

【0047】またサンプルNo. 11は、Cu粉を10体積%含んでいるため、体積抵抗率は $10^6 \Omega \cdot cm$ 以下となったが、フェノール樹脂の配合量が70体積%より多いために熱間プレス後の保形性が悪く、試験片をボール状に形成することができず、耐摩耗試験を行うことができなかった。

【0048】これに対し、No. 12～14は、導電フィラーが10～60体積%、繊維状フィラーが60体積%以下の範囲内にあるため、体積抵抗率が $10^6 \Omega \cdot m$ 以下である。

【0049】また、ガラス繊維のアスペクト比が80以

下であることから、ガラス繊維と樹脂とを均一に分散することができ、金型への充填バラツキも少なくすることができた。その為、熱間プレス後の保形性も高く、試料片をボール状に形成することができた。

【0050】そこで試料片の耐摩耗試験を行ったところ、ディスクの摩耗は見られず、試験片の摩耗も  $7 \times 10^{-3} \text{ mm}^3 / \text{kg} / \text{km}$  以下と少なく、優れた耐摩耗性を有していた

【0051】

【発明の効果】このように、本発明によれば、熱硬化性樹脂中に、10～60体積%の導電フィラーと60体積%以下の繊維状フィラーとを合計30～70体積%含有

して、体積抵抗率が  $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$  以下の樹脂複合体で軸受を構成したことにより、摺動特性に優れるとともに摺動時に発生する静電気を除電でき、これにより軸受装置とこれを用いた機器について高い信頼性と長寿命化をもたらすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の動圧軸受を示す縦断面図である。

【符号の説明】

- 1：シャフト
- 2：動圧スラスト軸受
- 3：スリーブ
- 4：動圧ラジアル軸受

【図1】

